ENTORNO GRÁFICO PARA EL CONTROL DEL GOBIERNO DE UN BUQUE

Teresa M. Rueda Rodríguez
Dpto. Tec. Elec., Ing. Sistemas y Automática. Univ. de Cantabria.
C/ Gamazo nº 1. 39004 - Santander. ruedat@unican.es

Francisco J. Velasco González
Dpto. Tec. Elec., Ing. Sistemas y Automática. Univ. de Cantabria.
C/ Gamazo nº 1. 39004 - Santander. velascof@unican.es

José Luis Nanclares López
Dpto. CC. y TT. de la Navegación, Máq. y Constr. Navales. UPV/EHU.
C/ María Díaz de Haro, 68. 48920 - Portugalete. Bizkaia. cnpnaloj@lg.ehu.es

César Valverde Saro
Licenciado en Marina Civil. Sección Náutica. E.S. Marina Civil. Univ. de Cantabria.
C/ Gamazo nº 1. 39004 - Santander.

Daniel Cicuéndez Lasen
Dpto. Tec. Elec., Ing. Sistemas y Automática. Univ. de Cantabria.
Av. Los Castros s/n. 39005 - Santander. cicuendezd@unican.es

Niceto Pérez Cagigal
Dpto. Tec. Elec., Ing. Sistemas y Automática. Univ. de Cantabria.
Av. Los Castros s/n. 39005 - Santander. perezn@unican.es

Resumen

En este artículo se presenta una interfaz gráfica diseñada para monitorizar y controlar el rumbo de un buque. El rumbo y la posición del buque se controlan por medio de una unidad giroscópica digital y un receptor GPS (Sistema de posicionamiento global) diferencial. Se ha empleado como herramienta de programación el lenguaje Visual Basic. Se ha comprobado el funcionamiento de los 3 diferentes modos de operación: Manual, Gyro y GPS.

Palabras Clave: Control de rumbo, control de ángulo de timón, piloto automático, GPS, unidad giroscópica, Visual Basic, herramienta visual, interfaz gráfica

1 INTRODUCCIÓN

El control de gobierno de un buque es una tarea básica en la navegación, necesaria para realizar todo tipo de maniobras como seguir una trayectoria planificada, realizar un cambio de rumbo, alcanzar un punto geográfico e incluso actuar ante un riesgo de colisión.

En este artículo se presenta el diseño de la interfaz gráfica del piloto automático de un buque mediante el uso del lenguaje de programación Visual Basic [3]. Se emplean una unidad giroscópica digital [8] y un receptor GPS diferencial [7] para conocer la posición y rumbo del buque. Se utiliza un controlador PID para obtener el rumbo y posición del buque deseados y la señal de salida de este controlador actúa sobre un lazo interno de control todo-nada que se encarga de ajustar la posición del timón a la orden del controlador PID. El sistema tiene tres modos de funcionamiento posibles: Manual (actuando directamente sobre el controlador todo-nada), Giro y GPS.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Para el control del sistema de gobierno del buque se ha utilizado un control en cascada [4] con un controlador de ángulo de timón de tipo Todo-Nada en el lazo secundario (figura 1) y un controlador de rumbo de tipo PID en el lazo principal (figura 2).

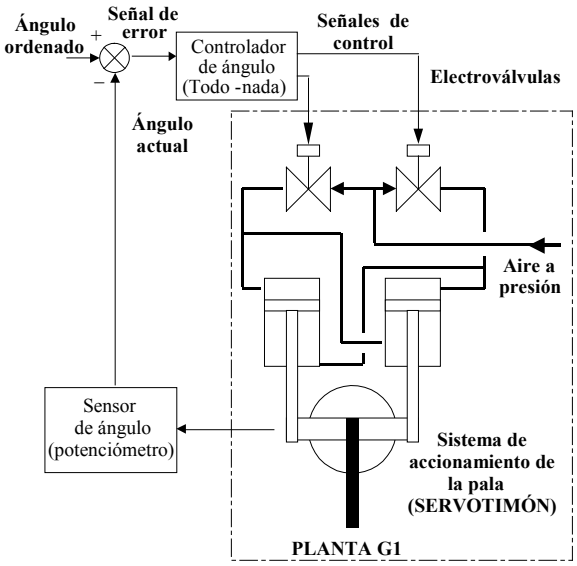

Figura 1: Lazo secundario de control

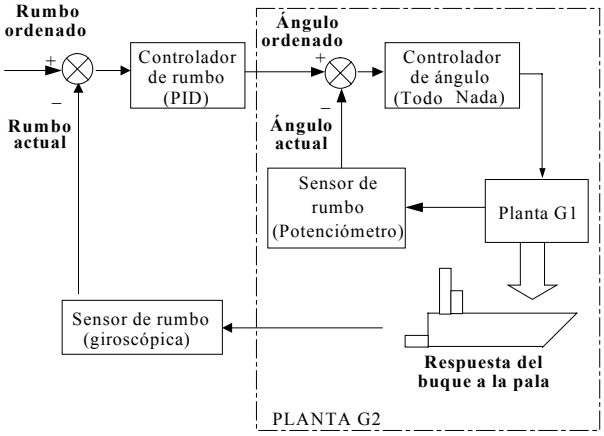

Figura 2: Lazo principal de control

En un buque el servomotor de accionamiento del timón [5] está formado por elementos (cilindro o motor) que convierten la potencia hidráulica en potencia mecánica de giro o traslación. En el caso de emplear cilindros hidráulicos se pueden utilizar dos con movimiento lineal de vaivén y controlados a contrafase mediante una electroválvula hidráulica. Los vástagos de ambos cilindros accionan un yugo que convierte el movimiento rectilíneo en circular llevando así la pala del timón a una banda u otra el número de grados deseado. El ángulo de posición de la pala puede ser medido con un sensor. El buque se dirigirá bien hacia estribor o bien hacia babor.

Se utilizan también para el control del sistema de gobierno una unidad giroscópica digital para la medida del rumbo y un GPS para conocer la posición del buque.

Para realizar las pruebas en el laboratorio se utiliza un sistema similar pero de accionamiento neumático. Se incluye un potenciómetro unido de forma solidaria al eje del timón. De este modo el giro del eje producirá una señal de tensión entre los bornes que será función del ángulo de giro. Un computador se utiliza para la comunicación entre el control y los demás elementos del sistema [6]. La unidad giroscópica y el GPS envían los datos al computador a través de los puertos serie del computador y el potenciómetro a través de la tarjeta de adquisición de datos PCL-812PG [9]. Un esquema del sistema completo se puede ver en la figura 3.

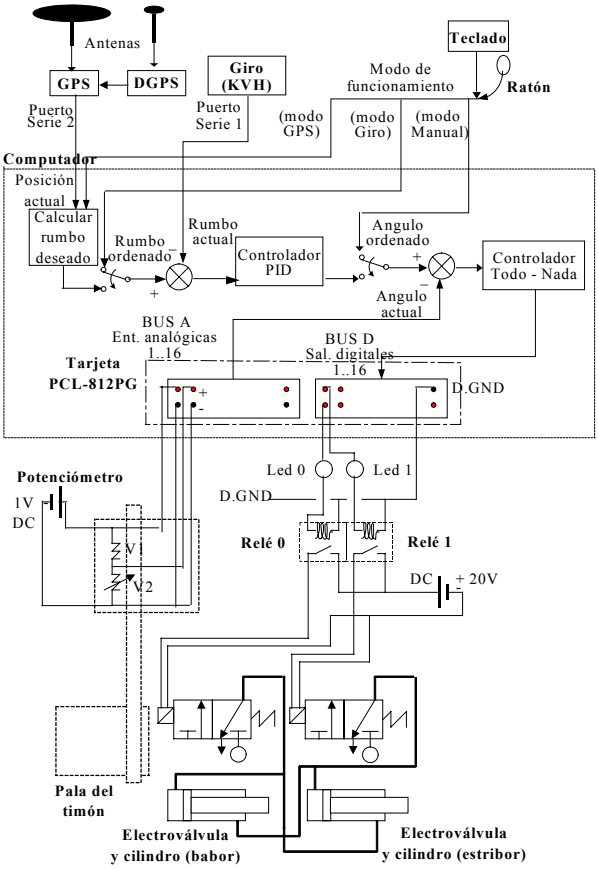

Figura 3: Estructura general

En la figura 4 se puede ver una foto del montaje del computador, GPS y unidad giroscópica.

Figura 4: Computador , GPS y unidad giroscópica digital

2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

En la figura 5 se presenta el diagrama de bloques del sistema completo.

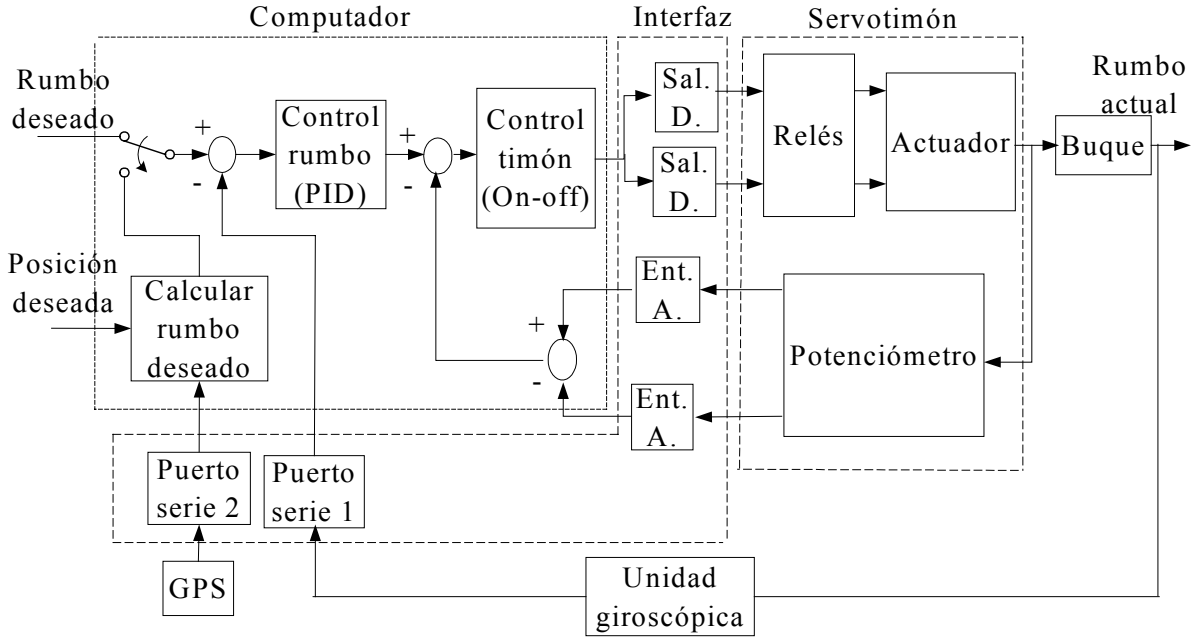

Figura 5: Diagrama de bloques

2.2 COMUNICACIÓN DEL SISTEMA CON LA UNIDAD GIROSCÓPICA Y EL GPS

La interconexión de los diferentes instrumentos en un buque está condicionada principalmente por la distancia entre los equipos. La transmisión de datos debe ser mediante señales digitales que sufren menores degradaciones con la distancia que las analógicas. Se pueden emplear para ello diferentes tipos de buses.

Para la transmisión de los datos proporcionados por la unidad giroscópica digital y el GPS al computador se emplea el protocolo de comunicaciones de la NMEA (National Marine Electronic Association), norma 0183 [2]. Éste se basa en protocolos lentos del tipo RS-232 utilizado por los puertos serie de un computador .

La NMEA normaliza el tipo de paquete de datos a transmitir y el contenido de los mismos mediante la configuración de sentencias cuyo formato depende del tipo de sentencia. Cada sentencia está formada por caracteres ASCII que empiezan por el carácter $ seguido por dos caracteres que identifican el instrumento emisor y tres que definen el tipo de sentencia. Finalmente se reciben los datos de medida.

En el trabajo realizado se emplean un receptor GPS Valsat 2008 [10] y un girocompás digital KVH Azimut que envían la información al computador a través de sendos puertos serie.

El GPS Valsat 2008 es un sistema de navegación formado por un receptor de radio-posicionamiento que recibe las señales desde la estación NAVSTAR GPS y las envía al computador mediante un cable de alimentación con intercambio de datos según la norma NMEA.

El sistema KVH Azimut está compuesto por un girocompás digital (DGC), un giroinclinómetro (DGI), un giróscopo angular (DGS) y un módulo de salida de datos NMEA. Con este sistema se puede disponer de datos digitales de rumbo, ángulos de balanceo y cabeceo así como de la estabilización de rumbo, balanceo y cabeceo.

3 HERRAMIENTA DE DISEÑO

El diseño del sistema de control de rumbo y de ángulo de timón presentado en este artículo se ha realizado mediante el lenguaje de programación Visual Basic 4.0 pudiéndose escoger para el control

de gobierno del buque los modos Manual, Giro o GPS.

3.1 DIAGRAMA DE FLUJO

En la figura 6 se puede ver el diagrama de flujo del programa diseñado.

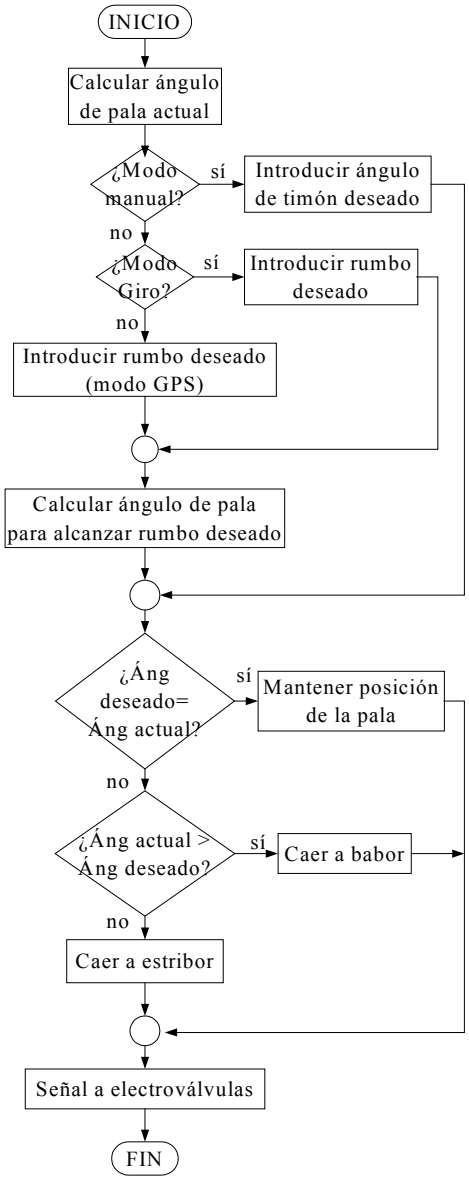

Figura 6: Diagrama de flujo

3.2 ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN

Visual Basic [1] es una herramienta de programación que permite el diseño de una interfaz gráfica de usuario de forma sencilla, similar a la forma de utilizar un programa de dibujo. El programa en Visual Basic es un conjunto de diferentes partes de código que el usuario puede activar mediante botones, cajas de texto y otros controles de la interfaz. Estos controles reconocen automáticamente las acciones del usuario y responden a los sucesos previamente definidos por el programador para esa acción.

4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

La figura 7 muestra el interfaz de usuario que se utilizará en las pruebas de funcionamiento.

En el programa se puede elegir comunicación on line si se desea habilitar las comunicaciones entre el computador y los periféricos (GPS, Unidad Giroscópica y Servomotor), u off line en caso contrario para trabajar en modo simulación.

Para cada estado de comunicación se puede escoger entre tres modos de gobierno: Manual, Giro y GPS.

El modo Manual es el más sencillo. El usuario debe introducir el ángulo de pala deseado en el computador , éste compara el ángulo ordenado con el actual (lectura del potenciómetro) y activa el controlador Todo-Nada. La señal del controlador activa las electroválvulas que mueven la pala del timón hasta la posición deseada.

En el modo Giro el usuario introduce el rumbo deseado. El sistema compara dicho valor con el rumbo actual (lectura giro) y con el controlador PID se obtiene el ángulo de pala necesario para realizar la maniobra de cambio de rumbo. Si éste ángulo no coincide con el actual hay que fijar la nueva posición de la pala con el controlador todo-nada. El sistema actuará hasta que la diferencia entre el rumbo actual y el deseado sea admisible.

En el modo GPS se introduce la posición (latitud, longitud) deseada. El sistema calcula el rumbo necesario para ir desde la posición actual (lectura del receptor GPS) a la posición deseada. Éste es ahora el rumbo deseado. A partir de aquí el sistema funciona como en el caso anterior

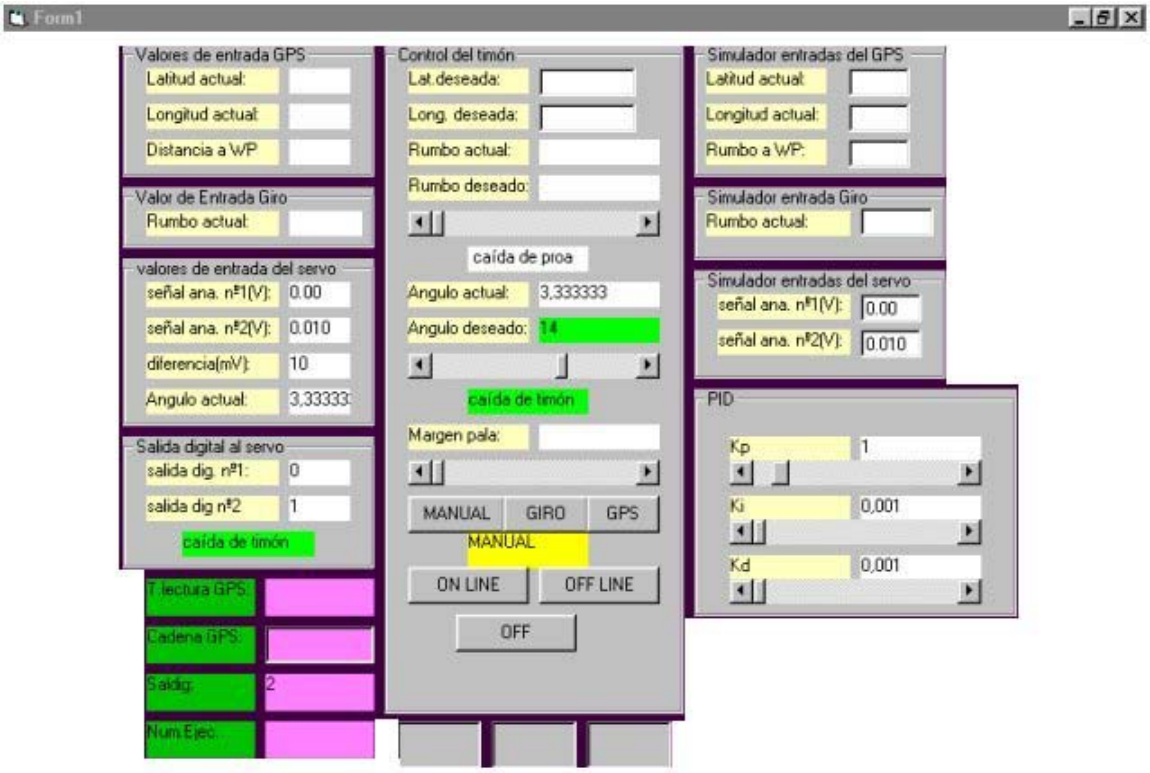

Figura 7: Interfaz

5 CONCLUSIONES

Se ha comprobado que la transmisión de datos desde los distintos elementos periféricos (GPS, Giro, electroválvulas e indicador de posición del timón) al computador a través del programa en Visual Basic se efectúa de modo correcto. El controlador todo-nada permite obtener la posición del timón deseada en todos los modos de funcionamiento que se pueden elegir en el programa. Se ha comprobado también que el controlador de rumbo funciona satisfactoriamente en modo simulación pero habría sido necesario verificarlo también en un buque real.

Agradecimientos

El desarrollo de este trabajo ha sido subvencionado por la CICYT con los proyectos TAP97-0607-C03-03 y DPI 2000-0386-C03-03.

Referencias

[1] Ceballos, F. J., (1996). Enciclopedia de Visual Basic, Ed. Ra-Ma.

[2] Cicuéndez, D., Cagigal, N., Velasco, F. J., Casas, A., (1997). "El Standard NMEA 0183 en la integración de la instrumentación del buque". *I Congreso Nacional de Investigación e Innovaciones Tecnológicas en el Ámbito Marítimo*, pp. 183-192.

[3] McKinney, B., (1996). Programación Avanzada con Visual Basic, Ed. McGraw-Hill.

[4] Smith, C. A. and Corripio, A. B., . (1997). Principles and practice of automatic process control, Ed. John Wiley & Sons, Inc

[5] Taylor, D.A., (1987). Marine Control Practice, Ed. Butterworths.

[6] Valverde, C., (2002). Diseño de un Sistema de Gobierno Automatizado con Visual Basic 4.0. Proyecto de Licenciatura en Marina Civil, Sección Náutica. Universidad de Cantabria

[7] Diferencial 300M2. MLR Electronique, S.A. (1996)

[8] Girocompás digital KVH ADGC. Manual del operador. Equipos Navales Industriales, S.A.

[9] PCL-812PG Enhanced Multi-Lab Card User´s Manual. Advantech Co. Ltd. (1996)

[10] Valsat 2008 Receptor GPS. Manual de usuario. MLR Electronique, S.A. (1996)